

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 42 32 826 C 1

51 Int. Cl.⁵:
G 06 F 15/46
G 05 B 13/02
G 05 B 19/05

21 Aktenzeichen: P 42 32 826.8-53
22 Anmeldetag: 30. 9. 92
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 10. 93

DE 42 32 826 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

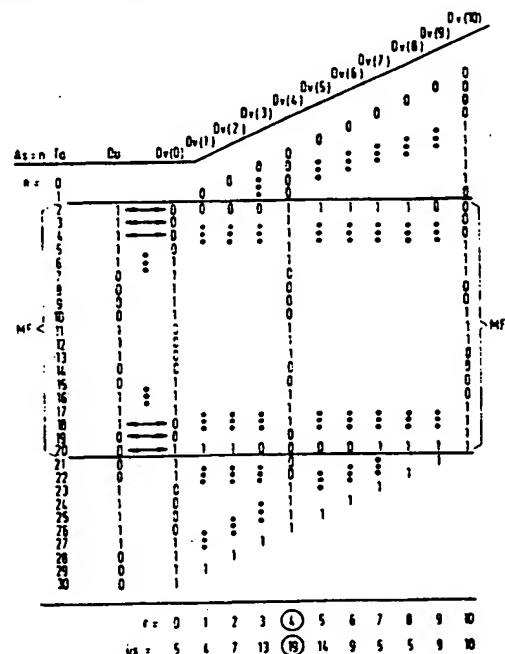
73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Sonst, Horst, Dipl.-Ing., 8521 Heßdorf, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
US-B: Microcomputer Control of Thermal and
Mechanical Systems, W.F. Stoecker u. P.A.
Stoecker, VNR New York, 1989, S. 400;

54 Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Totzeit einer Regelgröße und ihre Verwendung

57 Es wird eine erste und zweite Gruppe von Meßwerten $(u(nT_a), v(nT_a))$ durch Abtastung $(AS = nT_a)$ einer Stell- und Regelgröße $(u(t), v(t))$ einer Strecke (n) gebildet. Daraus werden eine erste und zweite Tabelle (D_u, D_v) gebildet, wobei bei Zunahme eines Meßwertes im Vergleich zum älteren Meßwert ein erster bzw. bei Abnahme des Meßwertes ein zweiter Binärwert (1,0) eingetragen werden. Es wird der Summenwert $(\sum S(r = 0))$ der Paare mit übereinstimmendem Binärwert pro Position (n) der Tabellen (D_u, D_v) gebildet. Danach wird eine Tabelle (D_v) um eine Position z. B. in Richtung zeitjüngerer Werte verschoben und erneut der Summenwert $(\sum S(r = 1))$ gebildet. Die Verschiebung $(D_v(r = 2) \dots D_v(r = 10))$ und Summenbildung $(\sum S(r = 2) \dots \sum S(r = 10))$ werden wiederholt. Die zum Maximum der Summenwerte gehörige Anzahl $(r = 4)$ an Verschiebungen wird mit der Abtastzeit (T_a) zum Meßwert für die Totzeit (T_t) multipliziert.



DE 42 32 826 C 1

Die Erfindung betrifft in Verfahren zur Messung der Totzeit einer Regelgröße in einer Regelstrecke, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und bevorzugte Verwendung der Vorrichtung.

Nahezu jede Regelgröße in einem technischen System ist mit einer mehr oder weniger großen Totzeit belastet. Diese stellt für die Steuerung und Regelung des Systems ein besonderes Problem dar, da z. B. die Auswirkung eines Stelleingriffes am Eingang der Regelstrecke erst nach Ablauf der Totzeit in der mindestens einen, am Ausgang der Regelstrecke erfaßten Meßgröße beobachtet werden kann. Diese totzeitbedingte Verzögerung zwischen der Stellgröße und dem meßtechnisch erfaßten Verlauf einer hiervon abhängigen Regelgröße behindert die Arbeit einer zur Führung der Regelstrecke eingesetzten Regeleinrichtung unter Umständen sehr stark. So wird z. B. die Stabilität eines aus einer Strecke und einer Regeleinrichtung gebildeten Regelkreises durch das Vorhandensein von u. U. in der Größe nicht genau bekannten und möglicherweise zeitveränderlichen Totzeiten in der bzw. den Regelgrößen verschlechtert.

Insbesondere bei technischen Anlagen zur Erzeugung oder Bearbeitung von strangförmigem bzw. band- oder bahnartigem Material, und bei technischen Anlagen zum Transport und zur Verarbeitung von Massenströmen ist mit besonders großen und vom aktuellen Betriebszustand der Anlage abhängigen Totzeiten zu rechnen. Als eine von vielen möglichen technischen Anlagen dieser Art sei beispielhaft eine Papiermaschine genannt, bei der eine Vielzahl von relativ großen Totzeiten auftreten. Beispielhaft sei hierbei auf die Regelung des aktuellen Flächengewichtes der von der Papiermaschine produzierten Papiersorte hingewiesen. Die Einstellung des Flächengewichtes erfolgt dabei prozeßtechnisch weit vor der eigentlichen Papiermaschine in der sogenannten Stoffaufbereitung. Hierbei wird die Hinzugabe von sogenanntem Dickstoff in den Dünnstoffkreislauf der Papiermaschine geregelt. Die Auswirkung eines Stelleingriffes bei der Dickstoffzugabe kann aber erst nach Ablauf einer relativ großen Totzeit im Inneren der Papiermaschine selbst beobachtet werden. Wird nämlich die Dickstoffzugabe verändert, so muß diese Veränderung erst die langen Rohrleitungswege der Stoffaufbereitung durchlaufen, welche der eigentlichen Papiermaschine vorgelagert ist.

Mit Erreichen des sogenannten Stoffauflaufes der Papiermaschine am Ende der Stoffaufbereitung gelangt der Stoff zunächst auf das Sieb der Papiermaschine, auf der sich durch Wasserablauf und Verdichtung die Papierbahn allmählich stabilisiert. Erst nach Abheben der Papierbahn vom Sieb und deren Durchlauf durch diverse Pressen und Trockenzylinder der Papiermaschine hat sich das innere Gefüge der Papierbahn derart stabilisiert, daß der Istwert des Flächengewichtes durch eine bevorzugt über die gesamte Breite der Papierbahn transversierende Meßanlage erfaßt werden kann. Dieser Meßgeber für die Regelgröße Flächengewicht ist aber etwa im ersten Drittel im Inneren der Papiermaschine und somit räumlich einen sehr langen Prozeßweg hinter dem Stellort für den Dickstoff angeordnet. Die sich durch den Transport des Stoffes durch Stoffaufbereitung bis zum Beginn der Papiermaschine und die durch den Transport der sich allmählich ausbildenden Papierbahn am Anfang der Papiermaschine bis zum Erreichen der Meßanlage ergebende Totzeit stellt für die Rege-

lung des Flächengewichtes ein außerordentliches Problem dar. Zudem ist diese Totzeit nicht konstant, sondern mit der Laufgeschwindigkeit der Papiermaschine veränderlich. Insbesondere abhängig von der Sorte des jeweils zu produzierenden Papiers und z. B. abhängig von der Qualität des aktuell zur Produktion zur Verfügung stehenden Holzstoffes unterliegt die Maschinengeschwindigkeit und damit die o. g. Totzeit während der Produktion ständig Veränderungen. Sie muß vom Maschinenführer insbesondere zur Vermeidung von unerwünschten Papierbahnabrissen überwacht und angepaßt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bevorzugt zur Ausführung mit Hilfe von programmgesteuerten elektronischen Rechenanlagen wie z. B. speicherprogrammierbaren Steuerungen bzw. Prozeßrechnern geeignetes Meßverfahren zur bevorzugt ständig mitlaufenden Bestimmung des Istwertes einer Totzeit einer Regelgröße einer technischen Regelstrecke anzugeben.

Die Erfindung geht dabei davon aus, daß bei der betroffenen totzeitbehafteten Strecke die maßgeblichen Meßwerte mit Hilfe von sogenannten Abtastverfahren diskontinuierlich erfaßt werden. Bei derartigen, z. B. bei Abtastregelungen eingesetzten Verfahren wird der kontinuierliche Verlauf einer Meßgröße zyklisch nach Ablauf eines fest vorgegebenen Zeitraumes punktartig abgetastet. Dieser Zeitraum wird auch Abtastzeit genannt und stellt eine mit einem Systemtakt vergleichbare kleinste Zeiteinheit in der Abtastregelung dar. Alle in einer derartigen Regelung auftretenden Vorgänge können sich nur in einem Abtastzeitpunkt ereignen und eine Dauer aufweisen, welche ein ganzzahliges Vielfaches der Abtastzeit darstellt.

Die obige Aufgabe wird gelöst mit Hilfe der Merkmale des im Anspruch 1 enthaltenen Verfahrens. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und bevorzugte Verwendungen der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Erfindung wird unter Zuhilfenahme eines in den nachfolgend kurz angeführten Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein allgemeines Blockschaltbild einer Regelstrecke, bei der die Istwerte einer Stellgröße und einer Regelgröße zyklisch jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Abtastzeit erfaßt werden,

Fig. 2 die Darstellung beispielhafter, stark vereinfachter Verläufe einer zeitdiskret abgetasteten Stellgröße und einer dazugehörigen formgleichen und um eine Totzeit zeitverschobenen Regelgröße,

Fig. 3 die zeitdiskret abgetasteten Werte der Stell- und Regelgröße von Fig. 2, welche in Form von Tabellen mit jeweils einer erfindungsgemäß dazugehörigen Binärwert-Änderungstabelle dargestellt sind, und

Fig. 4 eine tabellenartige Zusammenstellung zur Veranschaulichung der Bestimmung der Totzeit zwischen der Stellgröße und der Regelgröße aus dem Beispiel der Fig. 2 durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Gemäß der Erfindung werden in einem ersten Verfahrensschritt eine erste und zweite Gruppe von Meßwerten derart gebildet, daß jeweils nach Ablauf eines vorgegebenen Zeitraumes die Istwerte einer Stellgröße und der zugehörigen Regelgröße einer Strecke abgetastet und gespeichert werden.

Dies ist in Fig. 1 in Form eines allgemeinen Blockschaltbildes dargestellt. Dieses zeigt eine technische Strecke RS, welcher an einem Eingang eine Stellgröße $u(t)$ zugeführt wird. Hiermit kann eine Regelgröße $v(t)$

bzw. abnehmen können. So nehmen z. B. die Werte der Regelgröße v zwischen den Abtastzeitpunkten mit $n=5$ und $m=10$ jeweils um eins beginnend vom Wert 1 bis zum Wert 6 zu. In der Realität können selbstverständlich in den Verläufen der Meßwert von u und v zwischen aufeinander folgenden Abtastzeitpunkt erheblich größere bzw. auch kleinere Werteveränderungen auftreten.

Gemäß der Erfindung werden nun ausschließlich die Werte in der ersten und zweiten Tabelle weiteren Verfahrensschritten unterworfen, um den gewünschten Istwert der jeweiligen Totzeit zu ermitteln. So wird in einem dritten Verfahrensschritt in den Tabelle zunächst ein Meßfenster mit einer ausgewählten Anzahl an Positionen festgelegt. Bei jeder Position im Meßfenster werden die Binärwerte in der ersten und der zweiten Tabelle paarweise verglichen, und es wird anschließend ein erster Summenwert gebildet. Dieser entspricht der Anzahl von Paaren mit gleichem Binärwert. Daraufhin werden die Binärwerte in der ersten oder in der zweiten Tabelle um eine Position in Richtung auf zeitältere oder auf zeitjüngere Werte verschoben, wiederum die im Meßfenster liegenden Binärwerte der ersten und zweiten Tabelle paarweise verglichen und schließlich ein zweiter Summenwert gebildet, welcher der Anzahl von Paaren mit übereinstimmendem Binärwert entspricht. Anschließend wird dieser Verfahrensschritt wiederholt durchlaufen und jeweils der Summenwert aus den Paaren mit gleichem Binärwert gebildet. Schließlich wird in einem vierten und letzten Verfahrensschritt das Maximum aus der Gruppe der derart gebildeten Summenwerte ausgewählt, die dazugehörige Anzahl an Verschiebungen der ersten bzw. zweiten Tabelle bestimmt und diese Anzahl zur Bildung des Meßwertes der Totzeit der Regelgröße mit dem Wert des vorliegenden Abtastzeitraumes multipliziert.

Dies wird unter Zuhilfenahme der tabellenartigen Zusammenstellung von Fig. 4 wiederum an Hand der beispielhaften Meßwertverläufe u und v von Fig. 2, 3 näher erläutert. Das Beispiel in Fig. 4 ist dabei so gestaltet, daß die Binärwerte der zweiten Tabelle Dv in Richtung auf zeitjüngere Werte hin verschoben werden. Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Verfahren uneingeschränkt auch derart durchgeführt werden, daß die Binärwerte der ersten Tabelle Du jeweils um eine Position in Richtung auf zeitältere Werte verschoben werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist diese Ausführung des Verfahrens bildlich nicht dargestellt.

So sind in Fig. 4 wiederum in der linken Tabelle die Abtastzeitpunkte $AS = n \cdot Ta$ durch Angabe des Vielfachen n in Form einer diskreten Zeitachse aufgelistet, wobei der Wertebereich des Lauffaktors n von 0 bis 30 reicht. Auch hier werden wiederum durch die Werte von n die Zeilen in der Tabelle von Fig. 4 festgelegt. Rechts neben der Tabelle für die Abtastzeitpunkte AS befindet sich die erste Tabelle Du für die erste Gruppe von Meßwerten $u(n \cdot Ta)$ und wiederum rechts davon die zweite Tabelle Dv für die zweite Gruppe von Meßwerten $v(n \cdot Ta)$. Bis dahin ist die Darstellung in Fig. 4 identisch mit der Darstellung in Fig. 3.

Gemäß der Erfindung wird nun in den Tabellen Du und Dv ein Meßfenster MF festgelegt, welches eine ausgewählte Anzahl von Positionen umfaßt. Im Beispiel der Fig. 4 beginnt das Meßfenster MF im Abtastzeitpunkt AS mit $n=2$ und endet im Abtastzeitpunkt mit $n=20$. Bei jeder Position $n=2 \dots 20$ im Meßfenster MF werden nun die Binärwerte in der ersten und zweiten Tabelle Du und $Dv(0)$ paarweise miteinander verglichen. In Fig. 4 ist dies durch die Doppelpfeile in den Zeilen $n=2$,

3, 4 und 18, 19, 20 symbolisch dargestellt. Dabei bedeutet die Markierung (0) bei $Dv(0)$, daß die zweite Tabelle Dv noch nicht um eine Position, d. h. einen Abtastzeitraum Ta , in Richtung auf z. B. zeitjüngere Werte hin verschoben wurde, sondern im unveränderten Zustand vorliegt. Entsprechend ist unterhalb der Tabelle $Dv(0)$ als Anzahl der Verschiebungen $r=0$ angegeben. Erfindungsgemäß wird nun ein erster Summenwert ΣS gebildet, welcher der Anzahl von Paaren mit gleichem Binärwert in den Tabellen Du und $Dv(0)$ entspricht. Man erkennt, daß bei den Positionen $n=6, 14, 16, 17, 19$ übereinstimmende Binärwerte 1-1, 0-0, 1-1, 1-1, 0-0 in den Tabellen auftreten. Die fünf Übereinstimmungen bilden den Summenwert $\Sigma S=5$. Der Wert 5 ist in der letzten Zeile von Fig. 5 unter die Tabelle $Dv(0)$ eingetragen.

Gemäß der Erfindung werden nun die Binärwerte in der zweiten Tabelle Dv um eine Position Ta in Richtung auf zeitjüngere Werte hin verschoben. Es entsteht somit die in Fig. 4 eingetragene Tabelle $Dv(1)$, welche ganz unten mit $r=1$ markiert ist. Nun werden auch hier innerhalb des Meßfensters MS die Binärwerte der ersten Tabelle Du und der verschobenen zweiten Tabelle $Dv(1)$ paarweise verglichen. Ein zweiter Summenwert $\Sigma S(r=1)$ gibt wiederum die Anzahl der Paare mit gleichem Binärwert an. Im vorliegenden Beispiel weisen bei den Abtastpunkten AS mit $n=5, 6, 10$ und 16 die Tabellen Du und $Dv(1)$ übereinstimmend die Binärwerte 1-1, 1-1, 0-0 und 1-1 auf. Es ergibt sich somit ein zweiter Summenwert $\Sigma S(r=1)=4$, welcher in der letzten Zeile von Fig. 4 direkt unter die Tabelle von $Dv(1)$ eingetragen ist.

Gemäß der Erfindung wird nur der Verfahrensschritt der Tabellenverschiebung und Summenwertbildung wiederholt durchlaufen. In Fig. 4 sind somit die Tabellen $Dv(2) \dots Dv(10)$ eingetragen, welche jeweils um die Anzahl $r=2 \dots 10$ an Abtastzeiträumen Ta bzw. Positionen n in Richtung auf zeitjüngere Werte verschoben wurden. In der Darstellung von Fig. 4 zeigt sich dies um eine Verschiebung von n nach rechts oben. So werden wiederum die im Meßfenster MF liegenden Binärwerte der ersten Tabelle Du und der um $r=2$ verschobenen zweiten Tabelle $Dv(2)$ paarweise miteinander verglichen und ein zweiter Summenwert $\Sigma S(r=2)=7$ gebildet. In der gleichen Weise entstehen die weiteren Summenwerte 13, 19, 14, 9, 5, 5, 9, 10, welche zu den um $r=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ verschobenen zweiten Tabellen $Dv(3) \dots Dv(10)$ gehören.

Zur Bestimmung der gewünschten Totzeit muß nun in einem letzten Verfahrensschritt das Maximum der derart gebildeten Summenwerte ausgewählt werden. Bei dem Beispiel von Fig. 4 ist dies der mit einem umgebenen runden Kreis markierte Summenwert $\Sigma S(r=4)=19$. Dieser gehört zur zweiten Tabelle $Dv(4)$, welche um $r=4$ Abtastzeiträume in Richtung auf zeitjüngere Werte verschoben wurden. Auf Grund der Besonderheit der in den Fig. 2, 3 zugrunde gelegten beispielhaften Verläufe der Stellgröße u und der Regelgröße v entspricht dieser Summenwert gerade der Anzahl der im Meßfenster MF befindlichen Meßwerte. Im ausgewählten Beispiel stimmen somit zwischen den Abtastzeitpunkten AS mit $n=2$ bis $n=20$ alle Binärwerte in der ersten Tabelle Du mit den Binärwerten in der zweiten Tabelle $Dv(4)$ überein.

Zur Bildung des gewünschten Meßwertes der Totzeit Tt wird schließlich die zum Maximum der Summenwerte gehörige Anzahl r der Verschiebungen mit dem Wert der jeweils vorliegenden Größe des Abtastzeitraumes Ta multipliziert, d. h. $Tt = r \cdot Ta$. Bei dem in den Fig. 2, 3, 4

am Ausgang der Strecke beeinflusst werden. Im dargestellten Beispiel sei angenommen, daß eine bevorzugt stoßartige Änderung der Stellgröße $u(t)$ sich nach Ablauf einer Totzeit T_t in der Regelgröße $v(t)$ abbildet. Erfindungsgemäß werden die kontinuierlichen Verläufe der Stell- und Regelgröße $u(t)$, $v(t)$ mit Hilfe von Meßgebern MG1, MG2 jeweils nach Ablauf eines als Abtastzeit dienenden, vorgegebenen Zeitraumes T_a abgetastet und einer programmgesteuerten elektronischen Rechenanlage C zugeführt. Die Rechenanlage liest somit bevorzugt programmgesteuert zyklisch die Istwerte $u(n \cdot T_a)$ der Stellgröße und $v(n \cdot T_a)$ der Regelgröße zu den vorgegebenen äquidistanten Abtastzeitpunkten $AS = n \cdot T_a$ ein. Dabei symbolisiert n in Form eines Lauf-faktors das jeweilige Vielfache der Abtastzeit T_a . Die programmgesteuerte Rechenanlage C ermittelt schließlich aus den abgetasteten Werten der Stell- und Regelgröße unter Zuhilfenahme des erfindungsgemäßen Verfahrens die Totzeit T_t der technischen Strecke RS wiederum als ein Vielfaches r der Abtastzeit T_a , d. h. $T_t = r \cdot T_a$.

Zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in Fig. 2 beispielhaft die Verläufe einer Stellgröße $u(n \cdot T_a)$ und einer dazugehörigen Regelgröße $v(n \cdot T_a)$ dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung der Erfindung handelt es sich dabei nicht um reale, sondern stark vereinfachte Musterverläufe. So sind z. B. beide Verläufe ideal formgleich, und der Verlauf der Regelgröße $v(n \cdot T_a)$ ist gegenüber dem Verlauf der Stellgröße $u(n \cdot T_a)$ beispielhaft um eine vier Abtastzeiträume T_a umfassende Totzeit verschoben, d. h. $T_t = r \cdot T_a$ mit $r = 4$. Die Verläufe der beispielhaften Stell- und Regelgrößen bestehen aus Meßpunkten, welche in Fig. 2 jeweils mit einem kleinen Kreis markiert sind und in dem durch die Abtastzeitpunkte $AS = n \cdot T_a$ vorgegebenen Zeitraster äquidistant aufeinander folgen. zur Verdeutlichung der beispielhaften Formgleichheit der Verläufe sind in Fig. 2 zusammengehörige Meßpunkte sowohl im Verlauf der Stellgröße $u(n \cdot T_a)$ als auch im Verlauf der Regelgröße $v(n \cdot T_a)$ mit einer durchgezogenen Linie zu je einem Signalverlauf verbunden. Man erkennt, daß beide Signalverläufe über die gleiche Anzahl von entsprechenden Meßpunkten verfügen. So gehört z. B. zum Meßpunkt $u = 10$ bei $t = 1 \cdot T_a$ der um die Totzeit $T_t = 4 \cdot T_a$ verschobene Meßpunkt $v = 1$ bei $t = 5 \cdot T_a$. In Fig. 2 ist dies durch einen geschwungenen Pfeil zwischen beiden Meßpunkten verdeutlicht. In der gleichen Weise gibt es zu jedem Meßpunkt im Verlauf von u einen dazugehörigen Meßpunkt im Verlauf von v . So gehört z. B. zum Meßpunkt $u = 15$ im Abtastzeitpunkt $t = 6 \cdot T_a$ der korrespondierende Meßpunkt $v = 6$ im Abtastzeitpunkt $AS = 10 \cdot T_a$. Schließlich gehört zum Meßpunkt $u = 15$ im Abtastzeitpunkt $AS = 26 \cdot T_a$ am Ende des durchgezogenen Verlaufes von u der Meßpunkt $v = 6$ im Abtastzeitpunkt $AS = 30 \cdot T_a$ ebenfalls am Ende des durchgezogenen Verlaufes der Regelgröße $v(n \cdot T_a)$. Auch diese letzten beiden Punkte sind in Fig. 2 zur Verdeutlichung wiederum durch einen geschwungenen Pfeil miteinander verbunden. Zur einfachen Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die Verläufe der beispielhaften Stellgröße u und der dazugehörigen Regelgrößen v in Fig. 2 folglich so gestaltet, daß jeder Meßpunkt von v einem Meßpunkt von u zugeordnet werden kann, und jeder Meßpunkt in v um die gleiche Totzeit T_t gegenüber dem dazugehörigen Meßpunkt in u zeitverschoben ist.

Erfindungsgemäß werden nun in einem zweiten Verfahrensschritt aus der ersten und der zweiten Gruppe

von Meßwerten jeweils eine erste und zweite Tabelle derart gebildet, daß im Falle einer Zunahme eines Meßwertes in der ersten bzw. zweiten Gruppe im Vergleich zu dem unmittelbar zeitälteren Meßwert in der jeweiligen Gruppe ein erster Binärwert, und im Falle einer Abnahme ein zweiter Binärwert in die erste bzw. zweite Tabelle eingetragen werden.

Dies wird des weiteren unter Zuhilfenahme der Fig. 3 näher erläutert. Dort sind die diskret abgetasteten Werte der Verläufe der Stellgröße $u(n \cdot T_a)$ und der Regelgröße $v(n \cdot T_a)$ gemäß dem Beispiel von Fig. 2 in Tabellenform zusammengestellt. Dabei sind zunächst in der linken Tabelle von Fig. 3 die einzelnen Abtastzeitpunkte $AS = n \cdot T_a$, beginnend beim Abtastzeitpunkt mit $n = 0$ und endend beim Abtastzeitpunkt mit $n = 30$ untereinander liegend aufgelistet. Diese Abtastzeitpunkte bilden quasi eine diskrete Zeitachse und geben die Zeitpunkte an, in denen die in Fig. 2 mit kleinen Kreisen markierten Meßpunkte in den Signalverläufen von u und v auftreten. Dementsprechend bilden in Fig. 3 die Abtastzeitpunkte AS mit dem jeweiligen Wert des Vielfachen n der Abtastzeitpunkt T_a die Zeilen der Tabelle. Dabei sind in einer mittleren Tabelle die zum jeweiligen Abtastzeitpunkt AS auftretenden Meßwerte der Stellgröße $u(n \cdot T_a)$, und schließlich in einer rechten Tabelle die zu den Abtastzeitpunkten AS auftretenden Meßwerte der Regelgröße $v(n \cdot T_a)$ aufgelistet.

Erfindungsgemäß wird nun aus der ersten Gruppe von Meßwerten $u(n \cdot T_a)$ eine erste Tabelle D_u und aus der zweiten Gruppe von Meßwerten $v(n \cdot T_a)$ eine zweite Tabelle D_v abgeleitet. Darin sind im Falle einer Zunahme eines Meßwertes in der ersten bzw. in der zweiten Gruppe $u(n \cdot T_a)$ bzw. $v(n \cdot T_a)$ im Vergleich zu dem unmittelbar zeitälteren Meßwert $u((n-1) \cdot T_a)$ bzw. $v((n-1) \cdot T_a)$ in der jeweiligen Gruppe ein erster Binärwert von z. B. 1, und im Falle einer Abnahme ein zweiter Binärwert von z. B. 0 eingetragen.

So weist z. B. der Meßwert der Stellgröße im Abtastzeitpunkt AS mit $n = 1$ den Wert $u = 10$ auf. Der unmittelbar darauf folgende Meßwert bei $n = 2$ weist die Größe $u = 11$ auf. Da somit der Meßwert von u im Zeitpunkt $AS = 2 \cdot T_a$ im Vergleich zum unmittelbar zeitälteren Meßwert im Abtastzeitpunkt $AS = 1 \cdot T_a$ zugenommen hat, wird in die erste Tabelle D_u im Abtastzeitpunkt AS bei $n = 2$ ein erster Binärwert 1 eingetragen. In entsprechender Weise ist in der ersten Tabelle D_u z. B. bei $n = 7$ ein zweiter Binärwert 0 eingetragen, da der dazugehörige Meßwert $u = 14$ im Vergleich zu dem unmittelbar zeitälteren Meßwert $u = 15$ bei $n = 6$ abgenommen hat. In der eben beschriebenen Weise werden in die erste und zweite Tabelle D_u , D_v für jeden Abtastzeitpunkt $AS = t \cdot T_a$ bei $n = 0$ bis 30 jeweils ein erster bzw. zweiter Binärwert eingetragen. Die so entstehenden Tabellen D_u und D_v können auch als "Binärwert-Änderungstabellen" bezeichnet werden.

Die erste und zweite Gruppe von Meßwerten u und v wird somit in dazugehörige Tabelle D_u und D_v abgebildet. Aus dem Vorhandensein eines ersten bzw. zweiten Binärwertes in der Tabelle D_u bzw. D_v ist zu entnehmen, daß der dazugehörige Meßwert im jeweiligen Abtastzeitpunkt RS im Verlauf der Stellgröße u bzw. in der Regelgröße v im Vergleich zum unmittelbar zeitälteren Meßwert im vorangegangenen Abtastzeitpunkt zugenommen bzw. abgenommen hat. Dabei ist das in den Fig. 2, 3 dargestellte Beispiel lediglich zum Zwecke der besseren Übersicht gerade so ausgelegt, daß die Meßwerte der Stellgröße u und der Regelgröße v pro Abtastzeitpunkt RS nur um den ganzzahligen Wert 1 zu-



European Patent
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 87 30 8102

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.4)
A	DE-B-1 908 606 (SULZER) * column 1, line 1 - column 2, line 53; column 4, line 18 - column 5, line 30; column 6, line 47 - column 7, line 22; claim 1; figure 1 *	1	G 05 D 3/16 G 05 B 11/18
A	US-A-4 591 773 (NUMATA) * abstract; column 2, line 37 - column 3, line 8; column 3, line 65 - column 5, line 2; claims 1-3; figures 1, 2 *	1	
A	US-A-4 335 341 (OGASAWARA) * column 1, line 5 - column 3, line 64; claims 1, 5, 6; figure 1 *	1,3	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.4)
			H 02 P H 02 H G 05 B G 05 B G 05 D
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search BERLIN		Date of completion of the search 28-03-1988	Examiner BEITNER M.J.J.B.
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

24 or OR gate 44) is established (digital 1) and then goes to a digital 0. The motor actuation will cease, but its rotation will not immediately cease, resulting in the pulse generator 58 producing an output pulse. This pulse passes through the NOT gate 60, preventing conduction of the AND gates 24 and 38, thus preventing any further rotation of the motor for the time period set by the pulse generator 58. This action prevents too many pulses from being sent to the motor in too rapid succession, preventing overheating of the motor. The pulse generator 58 thus establishes a mandatory time delay between motor run pulses. The operation of the system 10 can be over-ridden by the application of a runback signal to the input B of the OR gate 44, thus permitting lowering (further closing) of the valve during an emergency condition.

In summary, if the difference between the signal representative of demand and the signal representative of the actual position of the valve is within the "deadband", no action is taken. If, however, the "deadband" is exceeded, and the valve has just moved, no action can be taken until a predetermined period of time, e.g. two seconds, has elapsed. If, however, the "deadband" has been exceeded and the valve has not moved within a predetermined period of time, e.g. two seconds, a run pulse is delivered to the motor which controls the valve. A minimum motor run pulse of approximately 0.5 seconds is always produced when a motor run pulse has been calculated and established. If the valve last moved in a direction opposite to that presently desired, the motor run pulse is extended to overcome gearing "backlash". If a command to run the motor exists at the time a new command is produced and the new command results in operating the motor in the same direction, the motor command will be continued without interruption so as to minimise the number of motor starts and to provide the fastest response possible. Conversely, if the new command results in operating the motor in the opposite direction, the existing command is immediately terminated and a time period, e.g. two seconds, is entered into before the new command is allowed to be established. This minimises overshoot of the required position of the valve and results in the fastest response time. Thus, the system 10 will effectively respond to all possible conditions.

Claims

1. A control system for close positioning or modulating control of a positioning device, the system comprising comparing means (14) for comparing the actual position of the positioning device with a desired position of the positioning device,

the comparing means (14) being operative to produce an output signal when the actual position of the positioning device differs from the desired position of the positioning device by more than a predetermined value, and means responsive to the output signal produced by the comparing means (14), said output signal responsive means being operative to cause the positioning device to move towards the desired position if a first predetermined period of time (58) has elapsed since the last movement of the positioning device and if a second predetermined period of time (26,40) has elapsed if the last movement of the positioning device was in a direction opposite to that of the desired position of the positioning device.

2. A control system according to claim 1, wherein said output signal responsive means includes means (52,68,70,50,64,66,72,12) for increasing the period of time the positioning device is actuated if the last movement of the positioning device was in a direction opposite to that of the desired position of the positioning device.

3. A control system according to claim 1 or claim 2, wherein said output signal responsive means includes means (22,36) for actuating the positioning device for a minimum period of time, the minimum period actuating means (22,36) being operable upon the initiation of each output signal produced by the comparing means (14).

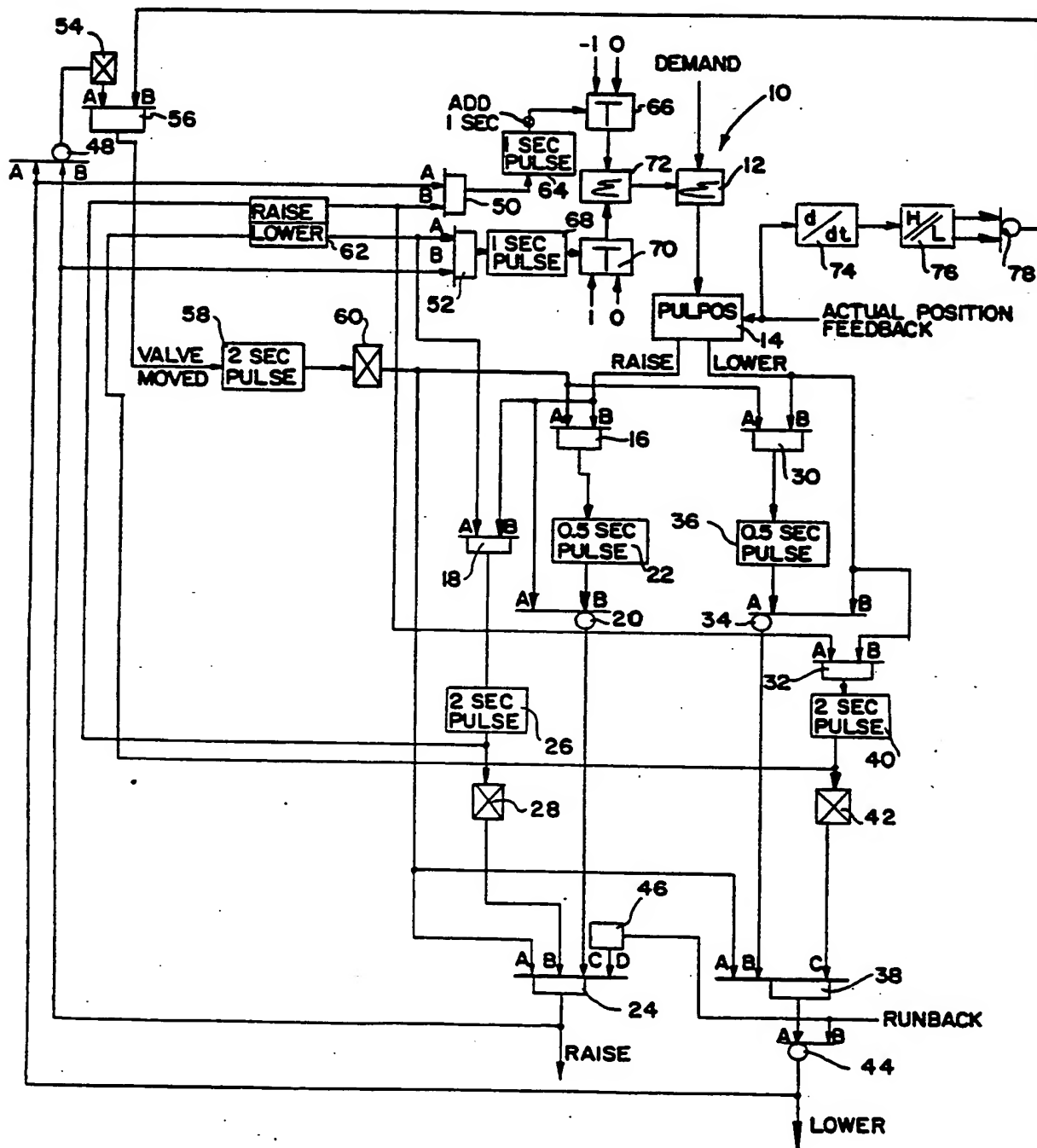
4. A control system according to claim 1, claim 2 or claim 3, including means (74,76,78,56) for determining movement of the positioning device after said output signal from the comparing means (14) has ceased, the movement determining means (74,76,78,56) being operative to prevent further movement of the positioning device until the first predetermined period of time (58) has elapsed.

5. A control system according to any one of the preceding claims, including means (44) for over-riding said output signal responsive means to permit closing of the positioning device.

50

55

5



A signal representative of a demand on the system 10 is applied to an input of a summation function generator 12 which has an output connected to an input of a pulse position function generator 14. A signal representative of the actual position of the valve (feedback signal) is applied to another input of the pulse position function generator 14. The pulse position function generator 14 compares the signal representative of the demand on the system with the signal representative of the actual position of the valve (feedback signal) and, if these signals differ by more than the adjustable "deadband", a signal to raise (further open) the valve or a signal to lower (further close) the valve is produced at a respective one or two outputs of the pulse position function generator 14.

The output of the pulse position function generator 14 associated with raising (further opening) the valve is connected to inputs B of AND gates 16 and 18 and to an input A of an OR gate 20. An output of the AND gate 16 is connected to an input of a pulse generator 22 which establishes a minimum "on" duration of the raise (further open) output. The pulse generator 22 is connected to an input B of the OR gate 20. An output of the OR gate 20 is connected to an input C of an AND gate 24. An output of the AND gate 18 is connected to an input of a pulse generator 26 which has an output connected to an input of a NOT gate 28. An output of the NOT gate 28 is connected to an input B of the AND gate 24.

The output of the pulse position function generator 14 associated with lowering (further closing) the valve is connected to inputs B of AND gates 30 and 32 and to an input B of an OR gate 34. An output of the AND gate 30 is connected to an input of a pulse generator 36 which establishes a minimum "on" duration of the lower (further closing) output. The pulse generator 36 is connected to an input A of the OR gate 34. An output of the OR gate is connected to an input of an AND gate 38. An output of the AND gate 32 is connected to an input of a pulse generator 40 which has an output connected to an input of a NOT gate 42. An output of the NOT gate 42 is connected to an input C of the AND gate 38. An output of the AND gate 38 is connected to an input A of an OR gate 44 which has a run back signal applied to an input B thereof. This run back signal is also applied to an input of a NOT gate 46 which has an output connected to an input D of the AND gate 24. An output of the OR gate 44 is connected to the motor (not shown) and controls the lowering (further closing) of the valve associated therewith. Similarly, an output of the AND gate 24 is applied to the motor and controls the raising (further opening) of the valve associated therewith.

The output of the OR gate 44 is also con-

nected to inputs A of an OR gate 48 and of an AND gate 50. Similarly, the output of the AND gate 24 is connected to inputs B of the OR gate 48 and of an AND gate 52. An output of the OR gate 48 is connected to an input of a NOT gate 54 which has an output connected to an input A of an AND gate 56. An output of the AND gate 56 is connected to an input of a pulse generator 58 which has an output connected to an input of a NOT gate 60. An output of the NOT gate 60 is connected to inputs A of the AND gates 16, 30, 24 and 38.

The outputs of the pulse generators 26 and 40 are also connected to raise and lower inputs, respectively, of a set/reset memory 62 which has a raise output connected to an input B of the AND gate 50 and to an input A of the AND gate 32 and a lower output connected to inputs A of the AND gates 52 and 18. An output of the AND gate 50 is connected to an input of a pulse generator 64 which has an output connected to an input of an analog transfer function generator 66. An output of the AND gate 52 is connected to an input of a pulse generator 68 which has an output connected to an input of an analog transfer function generator 70. Outputs of the analog transfer function generators 66 and 70 are connected to inputs of a summation function generator 72 which has an output connected to an input of the summation function generator 12.

The signal representative of the actual position of the valve (feedback signal) is also applied to an input of a differentiation function generator 74 which has an output connected to an input of a high-low function generator 76. Outputs of the function generator 76 are applied to inputs of an OR gate 78 which has an output connected to an input B of the AND gate 56.

Operationally, if the signal representative of the actual demand on the system exceeds the signal representative of the actual position of the valve by more than the adjustable "deadband", a digital 1 is produced by the pulse position function generator 14 at its "raise" output. This digital 1 is applied to the inputs B of the AND gates 16 and 18 and the input A of the OR gate 20. In addition, if the valve has not moved within a predetermined period of time, as established by the duration of the pulse produced by the pulse generator 58, a digital 1 is applied to the inputs A of the AND gates 16 and 24. Such a predetermined period of time for the duration of the pulse produced by the pulse generator 58 could be approximately two seconds. The application of signals to the inputs A and B of the AND gate 16 causes it to conduct, resulting in actuation of the pulse generator 22. Typically, the pulse generator 22 produces a pulse of minimum duration such as 0.5 seconds resulting in a pulse of at least that duration being applied to the input C of

the AND gate 24 via the OR gate 20. In addition, if the valve last moved in the lower (further close) direction, a digital 1 is applied to the input A of the AND gate 18, resulting in the pulse generator 26 producing a pulse for a predetermined period of time, such as two seconds. Thus, a digital 1 will not be received by the input B of the AND gate 24 until after the pulse produced by the pulse generator 26 has terminated. If more than two seconds have elapsed since the last movement of the valve, and if the last movement of the valve was in the lower (further close) direction and more than two seconds have elapsed since the pulse position function generator 14 has produced a digital 1 at its "raise" output, then the AND gate 24 is allowed to conduct, resulting in actuation of the motor and raising (further opening) of the valve associated therewith. The conduction of the AND gate 24 causes a digital 1 to be applied to the inputs B of the OR gate 48 and the AND gate 52. If the last movement of the valve was in the lower (further close) direction, conduction by the AND gate 24 results in conduction by the AND gate 52 causing the pulse generator 68 to produce a pulse of predetermined duration, such as one second. This one second pulse causes a +1 to be selected by the analog transfer function generator 70 and this additional value is added to the demand via the summation function blocks 72 and 12 to compensate for gearing "backlash" resulting from the motor being caused to rotate in the opposite direction.

Conversely, if the signal representative of system demand is less than the signal representative of the actual position of the valve (feedback signal) by more than the "deadband", a digital 1 is produced at the "lower" output of the pulse position function generator 14. This digital 1 is applied to the inputs B of the AND gates 30 and 32 and to the input B of the OR gate 34. If the pulse produced by the pulse generator 58 has elapsed, a digital 1 is applied to the inputs A of the AND gates 30 and 38. The application of both inputs to the AND gate 30 causes it to conduct, resulting in the pulse generator 36 producing a minimum pulse, e.g., 0.5 seconds, to the input B of the AND gate 38. In addition, if the valve last moved in the raise (further open) direction, a digital 1 is applied to the input A of the AND gate 32, causing it to conduct and resulting in the pulse generator 40 producing a pulse having a predetermined duration, such as two seconds. Thus, a digital 1 will not be received at the input C of the AND gate 38 until after the pulse produced by the pulse generator 40 has terminated. If more than two seconds have elapsed since the last movement of the valve, and if the last movement of the valve was in the raise (further open) direction and more than two seconds have elapsed since the pulse position function generator

14 has produced a digital 1 at its "lower" output, then the AND gate 38 is allowed to conduct, resulting in conduction of the OR gate 44 which in turn results in actuation of the motor and lowering (further closing) of the valve associated therewith. The conduction of the OR gate 44 causes a digital 1 to be applied to the inputs A of the OR gate 48 and the AND gate 50. If the last movement of the valve was in the raise (further open) direction, then AND gate 50 conducts, causing the pulse generator 64 to produce a pulse having a predetermined length, such as one second. This one second pulse causes a -1 to be selected by the analog transfer function generator 66 and this additional value is added to the demand by the summation function generators 72 and 12 to overcome the gearing "backlash" resulting from the motor being required to rotate in the opposite direction.

From the foregoing it will be apparent that the pulse generators 22 and 36 establish the minimum duration of the motor run pulse. The pulse generators 26 and 40 establish the minimum "off" time between motor reversals--running up to running down and vice versa. The pulse generators 64 and 68 establish the additional running time for overcoming "backlash" by adding a value to the demand in the summation function generator 12 which results in a longer "on" time of the pulse position function generator 14. It should be noted that the pulse position function generator 14 does not operate continuously but only once every cycle time. The calculated "on" time, if shorter than the cycle time, will cause the motor to run and then stop. A calculated "on" time longer than the cycle time will cause the motor to run into the next cycle time in which a new "on" time will be calculated.

As previously stated, the signal representative of the actual position of the valve (feedback signal) is also applied to the differentiation function generator 74 which computes the rate of change of this signal. The computer rate of change is then applied to the high/low function generator 76 which produces an output signal if the rate of change is increasing faster than a first predetermined rate of change or is decreased more rapidly than a second predetermined rate of change. This output signal causes the OR gate 78 and the AND gate 56 to conduct, resulting in actuation of the pulse generator 58. The actuation of the pulse generator 58, in turn, causes the NOT gate 60 to apply to digital 0 to the inputs A of the AND gates 24 and 38, causes these gates to cease conducting. If the valve is moving, as determined by the OR gate 78, and no output pulse is being generated, as determined by the OR gate 48 and the NOT gate 54, then the AND gate 56 will conduct, causing the pulse generator 58 to produce an output pulse. This condition occurs when an output (AND gate

$As = n \cdot Ta$	$u(n \cdot Ta)$	D_u	$v(n \cdot Ta)$	D_v
$n = 0$				
1	10	1	5	0
2	11	1	4	0
3	12	1	3	0
4	13	1	2	0
5	14	1	1	0
6	15	1	2	1
7	14	0	3	1
8	13	0	4	1
9	12	0	5	1
10	11	0	6	1
11	12	1	5	0
12	13	1	4	0
13	14	1	3	0
14	13	0	2	0
15	12	0	3	1
16	13	1	4	1
17	14	1	5	1
18	15	1	4	0
19	14	0	3	0
20	13	0	4	1
21	12	0	5	1
22	11	0	6	1
23	12	1	5	0
24	13	1	4	0
25	14	1	3	0
26	15	1	2	0
27	16	1	3	1
28	15	0	4	1
29	14	0	5	1
30	13	0	6	1

FIG 3

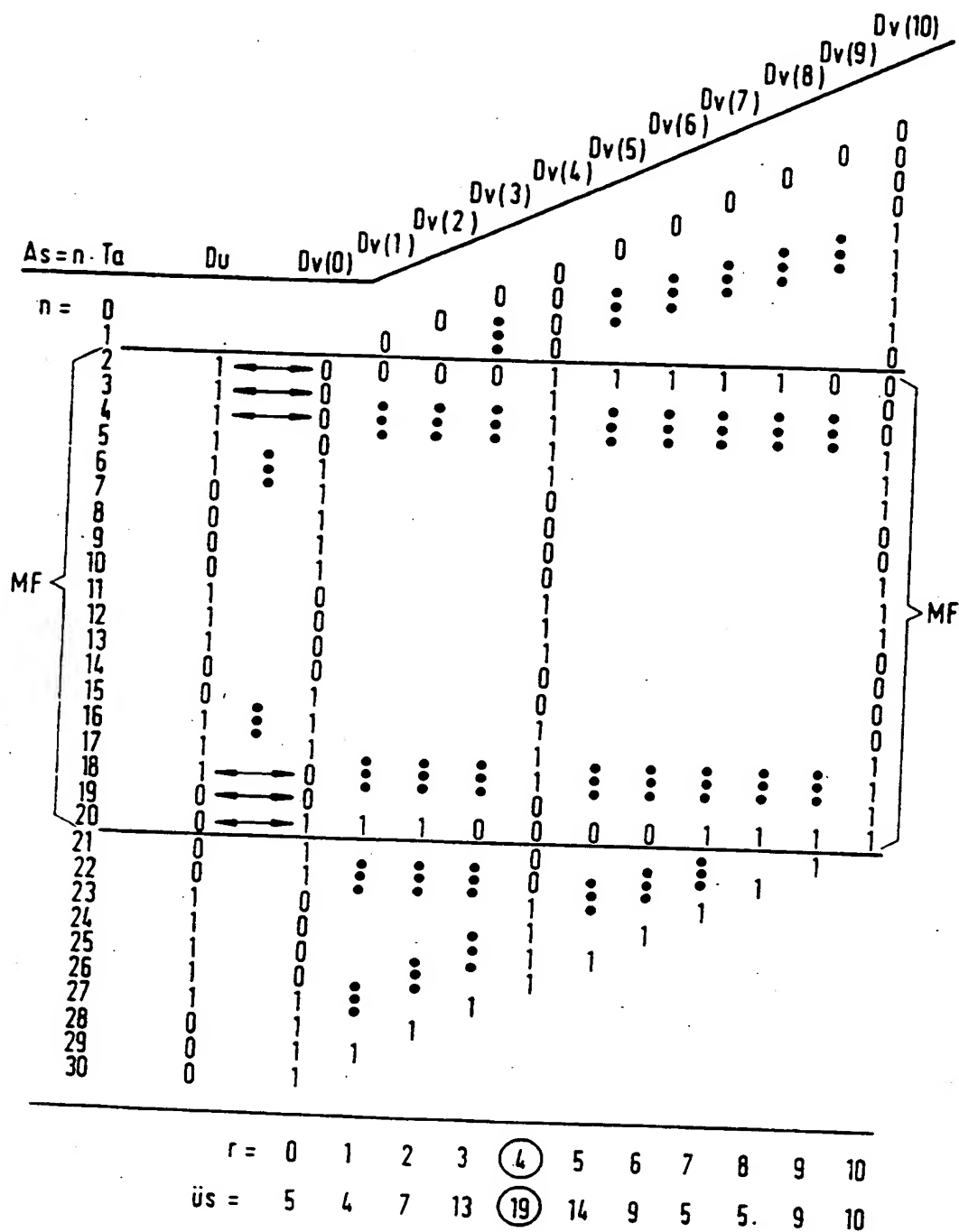


FIG 4

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Publication number:

0 275 629
A1

(2)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number: 87308102.0

(51) Int. Cl. 4: G05D 3/16, G05B 11/18

(22) Date of filing: 14.09.87

(30) Priority: 09.12.86 US 940137

(43) Date of publication of application:
27.07.88 Bulletin 88/30(94) Designated Contracting States:
DE ES FR GB IT SE

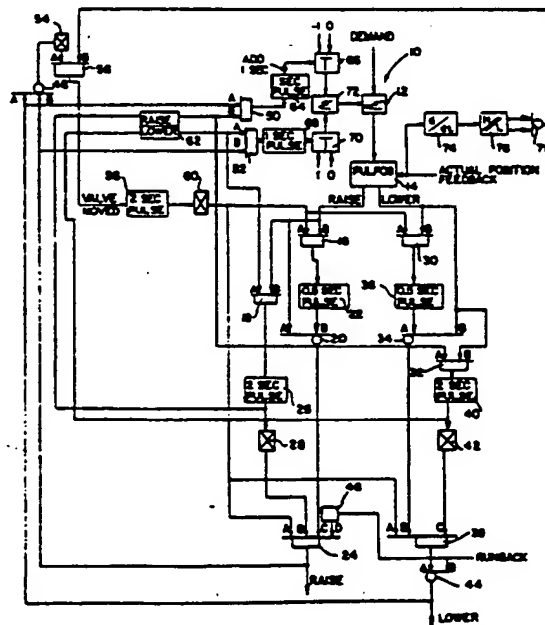
(71) Applicant: THE BABCOCK & WILCOX
COMPANY
1010 Common Street P.O. Box 60035
New Orleans Louisiana 70160(US)

(72) Inventor: Dziubakowski, Donald J.
7650 Walnutwood Drive
Seven Hills Ohio 44131(US)
Inventor: Kristoffersen, Erik P.
2479 Queenston Road
Cleveland Heights Ohio 44118(US)
Inventor: Teer, Ronald J.
12613 Huntoon Road
Painesville Ohio 44077(US)

(74) Representative: Cotter, Ivan John et al
D. YOUNG & CO. 10 Staple Inn
London WC1V 7RD(GB)

(54) Control of positioning devices.

(57) A controller, for close positioning or modulating control of an electric motor, includes means (14) for comparing a signal (DEMAND) representative of the demand on a system with a signal (ACTUAL POSITION FEEDBACK) representative of the actual position of the motor or a valve associated therewith. If the difference between the signals exceeds a "deadband" and no action has been taken within a first time interval, and if the last movement of the valve was in the same direction and a second time interval has elapsed, a motor run pulse (RAISE, LOWER) is generated. If the last movement of the valve was in a direction opposite to that desired, the motor run pulse is extended to overcome "backlash" resulting from the reversal of motor rotation.



EP 0 275 629 A1

CONTROL OF POSITIONING DEVICES

This invention relates to control systems for close positioning or modulating control of positioning devices, for example electric motors.

Typically, close positioning or modulating control of electric motors requires the use of special start/stop or jogging equipment. In addition, because of the higher duty cycle, a non standard motor having a higher temperature rating is usually required. Each attempt to start the motor generates heat within the motor, and repeated attempts will result in overheating and destruction of the motor if a standard motor is used. The use of such a non-standard motor having a high insulation temperature rating significantly increases the overall cost of the system.

Most close positioning or modulating control systems also use a gear reducer on the output of the electric motor. Due to the inertia of the motor and gear reducer, the desired new position of the motor is "overshot", and the motor needs to be reversed in order to assume the proper position. Motor reversal may also be due to the need to establish a new position. This reversal requires a disproportionate motor movement due to gearing "backlash". Repeated energisation or jogging to provide the fine tuning of the position also contributes to overheating and destruction of the motor. Thus, the use of a non-standard motor in presently available close positioning or modulating control systems is imperative.

According to the present invention there is provided a control system for close positioning or modulating control of a positioning device, the system comprising comparing means for comparing the actual position of the positioning device with a desired position of the positioning device, the comparing means being operative to produce an output signal when the actual position of the positioning device differs from the desired position of the positioning device by more than a predetermined value, and means responsive to the output signal produced by the comparing means, said output signal responsive means being operative to cause the positioning device to move towards the desired position if a first predetermined period of time has elapsed since the last movement of the positioning device and if a second predetermined period of time has elapsed if the last movement of the positioning device was in a direction opposite to that of the desired position of the positioning device.

A preferred embodiment of the invention described in detail hereinbelow provides a controller (control system) for close positioning or modulating control of a motor which can be used with a motor having a standard insulation temperature rating

without the possibility of overheating the motor during repeated close positioning of the motor. The preferred controller comprises logic circuitry to provide the features desired. The controller compares a signal representative of the demand on the system with a signal representative of the actual position of the motor or a valve associated therewith and, if the foregoing signals are within an adjustable "deadband", no action is taken. If, however, the difference between these signals exceeds the adjustable "deadband" and no action has been taken within a previous time interval, a motor run pulse having a duration proportional to the foregoing difference is produced. If action had been taken during the previous time interval, a motor run pulse is not produced until the expiration of a determined period of time. If the motor or valve had last moved in a direction opposite to the direction of the new motor run pulse, a predetermined period of time is added to the new motor run pulse to compensate for gearing "backlash" which will occur during the reversal of motor rotation. If the new motor run pulse results in running the motor in the same direction, the motor run pulse will be outputted without modification. If the motor is already in operation and the new motor run pulse results in continued running in the same direction, the motor run pulse will be extended for the newly computed duration. However, if the new motor run pulse results in operating the motor in the opposite direction, the existing motor run pulse is immediately terminated to minimise overshooting of the required position, and a predetermined period of time must elapse before the new motor run pulse is applied to the system. Through the use of the "deadband" concept, variable duration run pulse and the introduction of predetermined periods of time before certain motor run pulses are allowed to be generated, overheating of the motor is minimised and a standard electric motor can be used.

The invention will now be further described, by way of illustrative and non-limiting example, with reference to the accompanying drawing, the single figure of which is a schematic diagram of a system for controlling a motor or other positioning device.

The drawing shows a system 10 for controlling a motor or other positioning device. The system 10 compares the actual position of a motor, or a valve associated with a motor, with a desired position thereof and, if the foregoing positions are within an adjustable "deadband", no action is taken. If, however, the foregoing positions exceed the "deadband", a motor control pulse is continuously produced until the foregoing positions are within the desired "deadband".

dargestellten Beispiel ergibt sich somit $T_t = 4 \cdot T_a$. Dieser mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens meßtechnisch gewonnene Istwert der Totzeit stimmt mit der Darstellung im Zeitdiagramm der Fig. 2 überein, bei der j der Meßpunkt der Regelgröße v um $4 \cdot T_r$ gegenüber dem dazugehörigen Meßpunkt der Stellgröße u zeitverschoben ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders geeignet, um mit Hilfe von programmgesteuerten elektronischen Rechenanlagen, wie z. B. einer speicherprogrammierbaren Steuerung, einem sogenannten Automatisierungssystem bzw. einem Prozeßrechner, ausgeführt zu werden. Hierzu sind gemäß Fig. 1 Meßgeber MG1, MG2 zur Erfassung der Istwerte der Stellgröße $u(t)$ und der Regelgröße $v(t)$ der Strecke RS vorgesehen. Diese Meßgeber führen die Istwerte dem Eingang der elektronischen Rechenanlage C zu, welche diese programmgesteuert zyklisch zu vorgegebenen, äquidistanten Abtastzeitpunkten $AS = n \cdot T_a$ einliest. Es entstehen die zeitdiskreten, gerasterten Gruppen von Meßwerten $u(n \cdot T_a)$ und $v(n \cdot T_a)$. Es entsteht somit durch Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Hilfe einer programmgesteuerten elektronischen Rechenanlage eine neue Vorrichtung, mit der vollautomatisch und insbesondere regelmäßig wiederkehrend ein unter Umständen veränderlicher Istwert der Totzeit T_t einer Regelgröße in einer technischen Strecke RS meßtechnisch erfaßt werden kann. Sind in der elektronischen Rechenanlage auch Regeleinrichtungen programmgesteuert vorhanden, insbesondere sogenannte Abtastregelungen bzw. auf dem Konzept der sogenannten "fuzzy-control" basierende Steuereinrichtungen, so kann der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren gewonnene Istwert der Totzeit programmgesteuert direkt diesen Regeleinrichtungen zum Zwecke der Verbesserung der Regelqualität zugeführt werden.

Eine derartige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist besonders geeignet zur Verwendung bei einer technischen Anlage zur Erzeugung und/oder Bearbeitung von strangförmigem bzw. band- oder bahnartigem Material, und bei einer technischen Anlage zum Transport und/oder zur Verarbeitung von Massenströmen insbesondere flüssiger Stoffe. Gerade bei derartigen technischen Anlagen ist mit dem Auftreten von großen und zeitveränderlichen Totzeiten zu rechnen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Totzeit (T_t) einer Regelgröße ($v(t)$) in einer Regelstrecke (RS), wobei
 - a) eine erste und zweite Gruppe von Meßwerten ($u(n \cdot T_a)$, $v(n \cdot T_a)$) derart gebildet werden, daß jeweils nach Ablauf eines vorgegebenen Zeitraumes (T_a) ("Abtastzeit") die Istwerte einer Stellgröße ($u(t)$) als erste Gruppe und der dazugehörigen Regelgröße ($v(t)$) als zweite Gruppe der Regelstrecke (RS) gemessen abgetastet (n) und gespeichert werden (Fig. 1, 2),
 - b) eine erste und zweite Tabelle (Du, Dv) derart gebildet werden, daß im Falle einer Zunahme eines Meßwertes in der ersten bzw. zweiten Gruppe ($u(n \cdot T_a)$, $v(n \cdot T_a)$) im Vergleich zu dem unmittelbar zeitälteren Meßwert in der jeweiligen Gruppe ein erster Binärwert (1), und im Falle einer Abnahme ein zweiter Binärwert (0) in die erste bzw. zweite Tabelle (Du, Dv) eingetragen werden (Fig. 3),
 - c1) in den Tabellen (Du, Dv) ein Meßfen-

ster (MF) mit einer ausgewählten Anzahl an Positionen ($n = 2 \dots 20$) festgelegt wird, c2) bei jeder Position (n) im Meßfenster (MF) die Binärwerte der ersten und zweiten Tabelle (Du, Dv) paarweise verglichen werden und ein erster Summenwert ($\sum(r=0)=5$) gebildet wird, welcher der Anzahl von Paaren ($n=6, 14, 16, 17, 19$) mit gleichem Binärwert (1-1, 0-0) entspricht,

c3) die Binärwerte entweder der ersten oder zweiten Tabelle (Dv) um eine Position (n) in Richtung auf zeitältere bzw. zeitjüngere Werte verschoben werden, im Meßfenster (MF) die Binärwerte der ersten und zweiten Tabelle (Du, Dv(1)) wiederum paarweise verglichen werden und ein zweiter Summenwert ($\sum(r=1)=4$) der Paare ($n=5, 6, 10, 16$) mit gleichem Binärwert (1-1; 0-0) gebildet wird,

c4) der Verfahrensschritt c3) wiederholt (r) durchlaufen und jeweils der Summenwert ($\sum(r=2)=7 \dots \sum(r=10)=10$) der Paare mit gleichem Binärwert (1-1; 0-0) gebildet wird (Fig. 4), und

d) das Maximum der Summenwerte ($\sum(r=4)=19$) ausgewählt, die dazugehörige Anzahl ($r=4$) an Verschiebungen der ersten bzw. zweiten Tabelle (Dv(4)) bestimmt, und diese Anzahl (r) zur Bildung des Meßwertes der Totzeit (T_t) der Regelgröße (v) mit dem Wert der vorgegebenen Abtastzeit (T_a) multipliziert wird ($T_t = r \cdot T_a$) (Fig. 4).

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit

- a) Meßgebern (MG1, MG2) zur Erfassung der Istwerte der Stellgröße ($u(t)$) und Regelgröße ($v(t)$) der Strecke (RS), und
- b) einer daran angekoppelten elektronischen Rechenanlage (C), insbesondere einer speicherprogrammierbaren Steuerung, einem Automatisierungssystem bzw. einem Prozeßrechner, welche programmgesteuert zyklisch die Istwerte ($u(n \cdot T_a)$, $v(n \cdot T_a)$) zu fest vorgegebenen, äquidistanten Abtastzeitpunkten ($AS = n \cdot T_a$) einfließt und die Verfahrensschritte von Anspruch 1 programmgesteuert ausführt.

3. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 2 bei einer Anlage zur Erzeugung und/oder Bearbeitung von strangförmigem, bzw. band- oder bahnartigem Material.

4. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 2 bei einer Anlage zum Transport und/oder zur Verarbeitung von Massenströmen, insbesondere flüssiger Stoffe.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

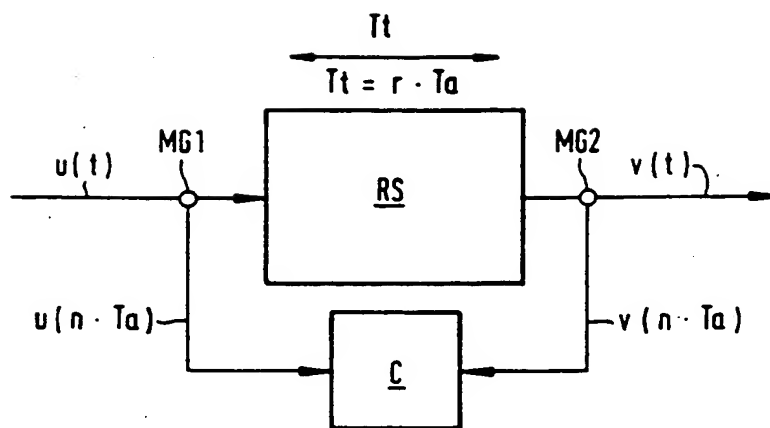


FIG 1

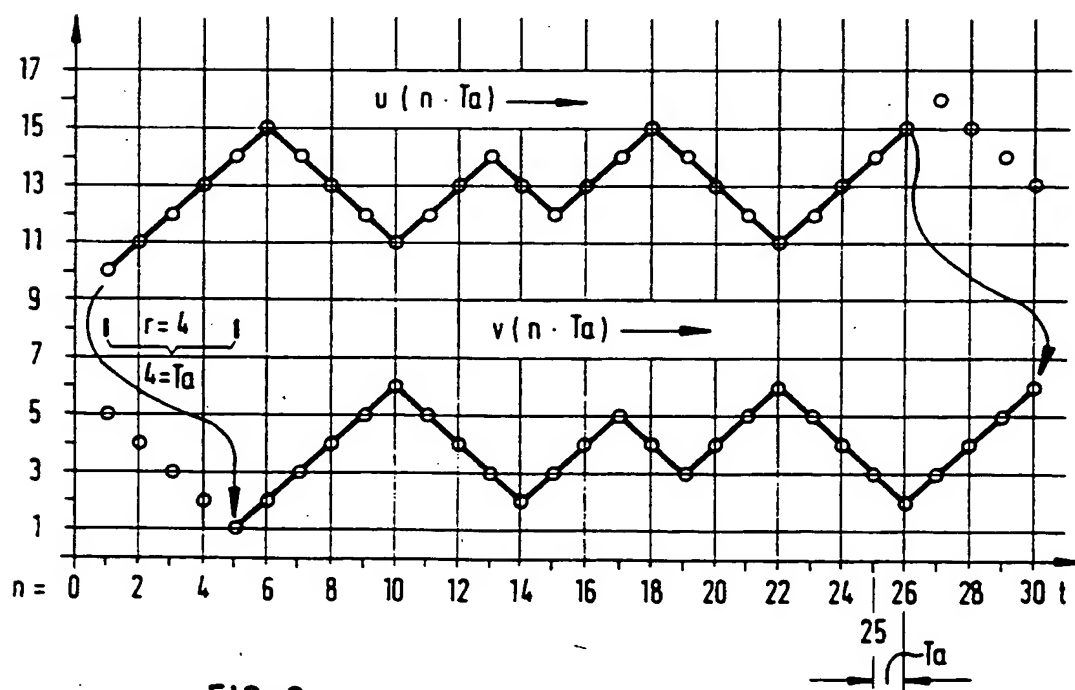


FIG 2